

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re

|                      |  |
|----------------------|--|
| U.S. Application of: | Takayuki HOSHINO   |
| For:                 | ACTUATOR USING PIEZOELECTRIC<br>ELEMENT, AND DRIVING CIRCUIT FOR THE<br>SAME |
| U.S. Serial No.:     | To Be Assigned   |
| Confirmation No.:    | To Be Assigned   |
| Filed:               | Concurrently   |
| Group Art Unit:      | To Be Assigned   |
| Examiner:            | To Be Assigned   |

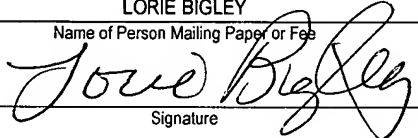
**MAIL STOP PATENT APPLICATION**

Commissioner for Patents

P.O. Box 1450

Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

|   |
|---|
| EXPRESS MAIL MAILING LABEL NO.: EL 794576310 US   |
| DATE OF DEPOSIT: NOVEMBER 25, 2003  |
| I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the<br>United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee"<br>service under 37 C.F.R. § 1.10 on the date indicated above and is<br>addressed to MAIL STOP PATENT APPLICATION, Commissioner for<br>Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. |
| LORIE BIGLEY  |
| Name of Person Mailing Paper or Fee   |
|    |
| Signature   |
| November 25, 2003   |
| Date of Signature   |

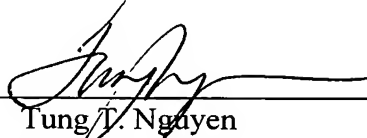
**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT**

Submitted herewith is a certified copy of Japanese Patent Application No.  
2003-166366, filed June 11, 2003.

Priority benefit under 35 U.S.C. § 119/365 for the Japanese patent application is  
claimed for the above-identified United States patent application.

Respectfully submitted,

By: \_\_\_\_\_



Tung T. Nguyen

Reg. No. 42,935

Attorney for Applicant

TTN/llb

SIDLEY AUSTIN BROWN & WOOD LLP

717 N. Harwood, Suite 3400

Dallas, Texas 75201

Direct: (214) 981-3478

Main: (214) 981-3300

Facsimile: (214) 981-3400

November 25, 2003

DAI 278105v1

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   6 月 1 1 日  
Date of Application:

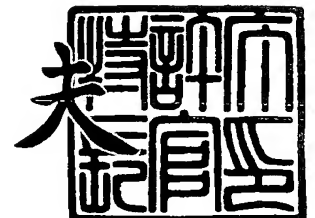
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 1 6 6 3 6 6  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 1 6 6 3 6 6 ]

出   願   人            ミノルタ株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年   7 月 2 9 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号   出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 0 3 3 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 189000

【提出日】 平成15年 6月11日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02N 2/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目 3 番 1 3 号大阪国際ビ  
ル ミノルタ株式会社内

【氏名】 干野 隆之

【特許出願人】

【識別番号】 000006079

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目 3 番 1 3 号大阪国際ビ  
ル

【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100086405

【弁理士】

【氏名又は名称】 河宮 治

【選任した代理人】

【識別番号】 100091524

【弁理士】

【氏名又は名称】 和田 充夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100115934

【弁理士】

【氏名又は名称】 中塚 雅也

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 163028

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0113154

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 圧電素子を用いたアクチュエータの駆動回路

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 駆動信号を印加することにより伸縮する圧電素子と、前記圧電素子の伸縮方向一端に固定された駆動部材と、前記駆動部材に摩擦係合された可動部材とを備え、前記圧電素子に矩形波信号を印加することにより、前記駆動部材に伸びと縮みの速度の異なる伸縮変位を発生させることで、前記駆動部材と前記可動部材とを相対移動させるアクチュエータに用いられ、

前記圧電素子と並列に誘導性素子を接続した並列回路と直列に容量性素子を接続したことを特徴とする、アクチュエータの駆動回路。

【請求項 2】 前記容量性素子の静電容量値が前記圧電素子の制動容量値よりも高いことを特徴とする、請求項 1 に記載のアクチュエータの駆動回路。

【請求項 3】 駆動信号を印加することにより伸縮する圧電素子と、前記圧電素子の伸縮方向一端に固定された駆動部材と、前記駆動部材に摩擦係合された可動部材とを備え、前記圧電素子に矩形波信号を印加することにより、前記駆動部材に伸びと縮みの速度の異なる伸縮変位を発生させることで、前記駆動部材と前記可動部材とを相対移動させるアクチュエータに用いられ、

前記圧電素子と並列に、誘導性素子と容量性素子とを直列に接続した直列回路とを接続したことを特徴とする、アクチュエータの駆動回路。

【請求項 4】 前記誘導性素子は、そのインダクタンスを前記圧電素子の制動容量と反共振する値に設定したことを特徴とする、請求項 1 から 3 のいずれか 1 つに記載のアクチュエータの駆動回路。

【請求項 5】 駆動信号を印加することにより伸縮する圧電素子とその伸縮方向に複数連結した素子群と、前記素子群の伸縮方向一端に固定された駆動部材と、前記駆動部材に摩擦係合された可動部材とを備え、前記素子群を構成する各圧電素子にそれぞれ交流電圧を印加することにより、前記駆動部材に伸びと縮みの速度の異なる伸縮変位を発生させることで、前記駆動部材と前記可動部材とを相対移動させるアクチュエータに用いられ、

1 つ目の圧電素子に正弦波信号を入力し、n 番目の圧電素子に前記正弦波信号



の  $n$  倍の周波数の正弦波信号を入力することによって、前記駆動部材に伸びと縮みの速度の異なる伸縮変位を発生させることで、前記駆動部材と前記可動部材とを相対移動させるアクチュエータの駆動回路において、

前記複数の圧電素子それぞれに対して並列に誘導性素子を接続したことを特徴とする、圧電アクチュエータの駆動回路。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、XY移動ステージ、カメラの撮影レンズなどの駆動に適した圧電素子を用いたアクチュエータの駆動回路に関する。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

従来、圧電素子の伸縮を利用し、移動体を移動させる圧電アクチュエータが存在している。図5に圧電素子を固定したタイプの圧電アクチュエータの例を示す。この圧電アクチュエータ101は、圧電素子102の伸縮方向一端がフレームの固定壁に固定され、他端に駆動部材103が固定される。駆動部材103には、可動部材104が摩擦係合されており、可動部材104は、駆動部材103に沿って移動することができる。電圧印加回路106から駆動電圧を印加されることによって、圧電素子102が駆動部材103の軸方向に伸縮し、これに連結されている駆動部材103に伸びと縮みの速度の異なる鋸歯状の伸縮変位が発生する。これによって、可動部材104が変位の異なる伸びと縮みにおける移動量の差分だけ駆動部材103に沿って所定方向に移動する。

##### 【0003】

可動部材104の移動方向は、駆動部材103の伸びと縮みの移動量の差分により変化する。例えば、駆動部材103が、緩やかな伸びと急峻な縮みを有する変位を有するように変位すると、可動部材104は図5において右方向に移動する。一方、駆動部材103が、緩やかな縮みと急峻な伸びを有するように変位すると、図5において可動部材は左方向に移動する。

##### 【0004】

駆動部材 103 に鋸歯状の伸縮変位を発生させるためには、圧電素子に矩形波信号を印加することが一般的である。例えば、特開 2001-268951 号公報（特許文献 1）には、所定の周波数を有する矩形波信号を圧電素子 102 に印加し、駆動部材 103 に鋸歯状の伸縮変位を発生させることが開示されている。

#### 【0005】

圧電素子 102 に印加される矩形波信号はマイクロコンピュータ 105 で発生させている。図 7 に電圧印加回路 106 の具体的な構成を示す。電圧印加回路 106 は、制御回路の CPU 105 に接続された 4 個のスイッチ素子 Q1, Q2, Q3, Q4 とを含み、圧電素子 102 の端子間に電圧を印加する。

#### 【0006】

スイッチ素子 Q1～Q4 は、MOS 型 FET であり、各ゲートは、CPU 105 の端子 Sc1～Sc4 にそれぞれ接続され、Hi 又は Lo の信号が入力される。スイッチ素子 Q1, Q3 は P チャンネル FET であり、ソースとドレイン間は、ゲートに Lo 信号が入力されるとオン（導通状態）になり、Hi 信号が入力されるとオフ（遮断状態）になる。スイッチ素子 Q2, Q4 は N チャンネル FET であり、ソースとドレイン間は、ゲートに Hi 信号が入力されるとオン（導通状態）になり、Lo 信号が入力されるとオフ（遮断状態）になる。

#### 【0007】

スイッチ素子 Q1 のソースとスイッチ素子 Q3 のソースとは、それぞれ、接続点 21 を介して、電源電圧 Vs に接続されている。スイッチ素子 Q1 のドレインは、接続点 22 を介して、スイッチ素子 Q2 のドレインに接続されている。スイッチ素子 Q3 のドレインは、接続点 23 を介して、スイッチ素子 Q4 のドレインに接続されている。スイッチ素子 Q2 のソースとスイッチ素子 Q4 のソースとは、それぞれ、接続点 24 を介して、接地されている。圧電素子 102 の各端子は、それぞれ接続点 22, 23 に接続される。

#### 【0008】

図 8 は、デューティー比が 50 % の場合における動作タイミングチャートである。パルス駆動回路 106 において、スイッチ素子 Q1, Q4 が導通し、スイッチ素子 Q2, Q3 が非導通の場合、圧電素子 3 には、電圧 E が印加される（T1



～T2、T3～T4)。逆に、スイッチ素子Q2、Q3が導通し、スイッチ素子Q1、Q4が非導通の場合、圧電素子102には、電圧－Eが印加される(T2～T3)。駆動回路105においては、この動作を所定の周期で繰り返し行うことにより、圧電素子102に矩形波状のパルス信号を印加する。スイッチ素子Q1、Q4が導通しかつスイッチ素子Q2、Q3が非導通の時間と、スイッチ素子Q2、Q3が導通しかつスイッチ素子Q1、Q4が非導通の時間との比率を変化させることによりデューティー比を変化させることができる。なお、駆動回路105における矩形波状のパルス信号のデューティー比及び周波数は、図示しないクロック発生回路からのクロック信号を受けて、CPU105によるタイミング制御により制御される。

#### 【0009】

駆動部材103に鋸歯状の伸縮変位は、駆動回路によって圧電素子102に印加される矩形波信号のデューティー比によって決定される。すなわち、デューティー比を変化させることにより、駆動部材103の伸縮変位が異なり、可動部材の移動方向及び速度が変化する。例えば、矩形波信号のデューティー比が50%のときは、駆動部材103の変位は略正弦波状となり、可動部材104はその位置で微小に往復するだけで移動しない。矩形波信号のデューティー比をたとえば30%にすると、駆動部材103の変位は略鋸歯状になり、可動部材104は一方に移動し、デューティー比をたとえば70%にすると可動部材は反対方向に移動する。

#### 【0010】

しかし、駆動回路により印加される駆動信号は交流信号であるので、以下に示すように、圧電素子の消費電力が大きくなるという問題がある。

#### 【0011】

特開平7-231683号公報(特許文献2)は、圧電素子と並列に誘導性素子を接続し、圧電素子の制動容量と前記誘導性素子とを反共振させることによって消費電力を削減する技術が開示されている。図6はその回路図である。特許文献2に開示されているように、圧電素子102の等価回路は、図6の102の通り示される。図6の回路において、制動容量108のインダクタンス値L及び駆



動回路によって印加される交流電圧の周波数の間には、特許文献 2 の図 3 に示す関係を有する。よって、駆動電圧の周波数を反共振条件とすることにより、制動容量 108 と誘導性素子 109 の並列回路の合成インピーダンスは理論的に無限大となり、前記並列回路には電流が流れ込まなくなるため、消費電力を低減することができるというものである。

#### 【0012】

##### 【特許文献 1】

特開 2001-268951 号公報

##### 【特許文献 2】

特開平 7-231683 号公報

#### 【0013】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記の駆動回路によっても、矩形波を駆動波形として用いると依然として消費電力が大きいという問題があった。すなわち、上述のように、可動部材 104 を双方向に移動させるためには、矩形波のデューティー比を変化させることが必要であり、デューティー比が変化することによって、圧電素子 102 に印加される矩形波信号の直流成分が発生する。具体的には、例えば、前記時間比率が 50% の場合、圧電素子 3 に印加される直流成分は 0 ボルトであるが、デューティー比が 100% の場合は +E ボルト、デューティー比が 0% の場合は、-E ボルトの直流成分が発生する。

#### 【0014】

このように、可動部材 104 の移動方向や移動速度を変更するために、駆動回路から発生する矩形波信号のデューティ比を 50% よりも高く又は低くすると、駆動回路 106 からの出力矩形波には、直流電圧成分が生じ、誘導性素子 109 のインピーダンスが小さくなり、並列接続した誘導性素子 109 に過大電流が流れ、目的に反し消費電力が増加するという問題があった。

#### 【0015】

したがって、特開 2001-268951 号公報（特許文献 1）に開示されているように、駆動部材 103 を鋸歯状に変位させて可動部材 104 を動作させる

方法について、消費電力を低減しつつ、所定の性能を得るという抜本的な方法が未だ見出されていなかった。

#### 【0016】

したがって、本発明が解決しようとする技術的課題は、駆動部材を鋸歯状などの伸びと縮みの速度の異なる伸縮変位を発生させて可動部材を移動させる圧電素子を用いたアクチュエータにおいて、消費電力を低減しつつ、所定の性能を得ることができるアクチュエータの駆動回路を提供することである。

#### 【0017】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、上記技術的課題を解決するために、以下の構成のアクチュエータの駆動回路を提供する。

#### 【0018】

本発明の第1態様によれば、駆動信号を印加することにより伸縮する圧電素子と、前記圧電素子の伸縮方向一端に固定された駆動部材と、前記駆動部材に摩擦係合された可動部材とを備え、前記圧電素子に矩形波信号を印加することにより、前記駆動部材に伸びと縮みの速度の異なる伸縮変位を発生させることで、前記駆動部材と前記可動部材とを相対移動させるアクチュエータの駆動回路であって、前記圧電素子と並列に誘導性素子を接続した並列回路と直列に容量性素子を接続したことを特徴とする、アクチュエータの駆動回路を提供する。

#### 【0019】

本発明の第2態様によれば、駆動信号を印加することにより伸縮する圧電素子と、前記圧電素子の伸縮方向一端に固定された駆動部材と、前記駆動部材に摩擦係合された可動部材とを備え、前記圧電素子に矩形波信号を印加することにより、前記駆動部材に伸びと縮みの速度の異なる伸縮変位を発生させることで、前記駆動部材と前記可動部材とを相対移動させるアクチュエータの駆動回路であって、前記圧電素子と並列に、誘導性素子と容量性素子とを直列に接続した直列回路とを接続したことを特徴とする、アクチュエータの駆動回路を提供する。

#### 【0020】

上記各態様において、容量性素子を接続したことにより、駆動回路全体の合成



インピーダンスが大きくなり、デューティ比の変化に伴い発生する矩形波信号の直流成分に対しても過大電流を小さくすることができる。

#### 【0021】

本発明の第3態様によれば、第1態様において、前記容量性素子の静電容量値が前記圧電素子の制動容量値よりも高いことを特徴とするアクチュエータの駆動回路を提供する。

#### 【0022】

上記構成において、圧電素子に印加される電圧は、容量性素子の印加電圧と駆動回路出力電圧を分圧する関係にあるため、容量性素子の静電容量値を前記圧電素子の制動容量値よりも大きくすることにより、圧電素子の分圧を高く維持することができ、アクチュエータの性能を劣化させることがない。

#### 【0023】

本発明の第4態様によれば、前記誘導性素子は、そのインダクタンスを前記圧電素子の制動容量と反共振する値に設定したことを特徴とするアクチュエータの駆動回路を提供する。

#### 【0024】

上記構成において、圧電素子の制動容量と誘導性素子のインダクタンスが反共振するようにすれば、圧電素子と並列に接続された誘導性素子との並列回路の合成インピーダンスが無限大となり、並列回路に流れる交流成分の消費電力をより小さくすることができる。

#### 【0025】

本発明の第5態様によれば、駆動信号を印加することにより伸縮する圧電素子とその伸縮方向に複数連結した素子群と、前記素子群の伸縮方向一端に固定された駆動部材と、前記駆動部材に摩擦係合された可動部材とを備え、前記素子群を構成する各圧電素子にそれぞれ交流電圧を印加することにより、前記駆動部材に伸びと縮みの速度の異なる伸縮変位を発生させることで、前記駆動部材と前記可動部材とを相対移動させるアクチュエータの駆動回路であって、1つ目の圧電素子に正弦波信号を入力し、n番目の圧電素子に前記正弦波信号のn倍の周波数の正弦波信号を入力することによって、前記駆動部材に伸びと縮みの速度の異なる

伸縮変位を発生させることで、前記駆動部材と前記可動部材とを相対移動させることを特徴とする、アクチュエータの駆動回路であって、前記複数の圧電素子それぞれに対して並列に誘導性素子を接続したことを特徴とする、圧電アクチュエータの駆動回路を提供する。

#### 【0026】

上記構成において、複数の圧電素子にそれぞれ、振幅が異なりかつ位相差がない正弦波の駆動信号を印加することにより、素子群の変位を鋸歯状とすることができる。よって、矩形波の駆動信号を用いることなく駆動部材を鋸歯状に変位させることができ、矩形波のデューティ比を変化させることにより生じる直流成分が過大に流れて消費電力が増加することを防止することができる。

#### 【0027】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の各実施形態に係る圧電アクチュエータについて、図面を参照しながら説明する。

#### 【0028】

圧電アクチュエータは、例えば、図5に示した構造を有し、圧電素子102の伸縮方向に連結された駆動部材103と、当該駆動部材に摩擦係合された可動部材104とを備える。圧電素子102は、マイクロコンピュータ回路105からの信号を受けて矩形波電圧を発生する図7に示すような電圧印加回路106の出力100に接続している。

#### 【0029】

図1は、本発明による圧電アクチュエータの駆動回路の第1実施形態を示すブロック図である。図1中、2は等価回路により示した圧電素子、8は圧電素子の制動容量、9は誘導性素子、10は容量性素子である。駆動回路1aは、例えば、図7に示す駆動回路の出力100に接続されている。

#### 【0030】

駆動回路1aは、圧電素子2と誘導性素子9とが並列に接続された並列回路に容量性素子10が直列に接続された構成である。この容量性素子10は、矩形波の直流成分を遮断するものである。すなわち、端子11から13までの間におい

て、いずれのルートを取ったとしても直流成分を遮断することができ、圧電素子 2 に流れる電流を小さくすることができる。

#### 【0031】

図 1 に示す駆動回路 1 a において、制動容量 8 と誘導性素子 9 と容量性素子 10 とからなる回路の合成インピーダンス  $Z_1$  は以下の式 (1) のように表される。

#### 【0032】

【数 1】

$$Z_1 = \frac{1}{j\omega C_0} \cdot \frac{1 - \omega^2 L(C + C_0)}{1 - \omega^2 LC} \quad (1)$$

式 (1) において、 $\omega$  は角周波数、 $C$  は制動容量 8 の容量値、 $L$  は誘導性素子 9 のインダクタンス値、 $C_0$  は容量性素子 10 の容量値である。

#### 【0033】

駆動電圧の駆動周波数  $f$  を反共振条件が成立するように設定すると、上記式 (1) より駆動周波数  $f$  における合成インピーダンス  $Z_1$  は無限大となり、圧電素子に流れる過大電流を防止し、消費電力の削減効果を有する。

#### 【0034】

また、直流成分 ( $\omega = 0$ ) に対しても式 (1) は無限大となり、駆動回路 1 a を流れる直流成分の過大電流はゼロとなる。したがって、消費電力の削減効果を有する。

#### 【0035】

容量性素子 10 の容量値  $C_0$  は圧電素子 2 の制動容量 8 の容量値  $C$  と比較して十分に大きく設定されている。このように設定するのは、圧電素子 2 に印加される電圧  $V_p$  は、容量性素子 10 に印加される電圧  $V_c$  と駆動回路の出力電圧  $V$  を分圧する関係にあるため、容量性素子 10 の容量値  $C_0$  を十分に大きくすることにより、圧電素子 2 に印加される電圧  $V_p$  を大きくすることができ、駆動回路の性能を劣化させることを防止するためである。圧電素子 2 に印加される電圧  $V_p$  によって圧電素子の変位量は変化するため、圧電素子 2 に印加される電圧  $V_p$  ができるだけ大きくなるように設定し、 $V_p$  と  $V_c$  との比が 90 : 10 よりも大き

くなるように容量性素子 10 の容量値  $C_0$  を決定することが望ましい。

【0036】

また、矩形波の場合、高調波成分を含むが、高調波成分に対しても消費電力の削減効果が認められる。例えば、制動容量 8 の容量値  $C$  を  $0.1 \mu F$ 、誘導性素子 9 のインダクタンス値  $L$  を  $80 \mu H$ 、容量性素子 10 の容量値  $C_0$  を  $1 \mu F$  とした場合、駆動周波数  $f$  は、反共振条件を示す式 (2) より、 $56.3 kHz$  となる。

【0037】

【数 2】

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (2)$$

【0038】

駆動周波数の基本波成分に対して制動容量 8 のインピーダンス  $Z_c$  は、 $28.3 \Omega$  であるのに対し、合成インピーダンス  $Z_1$  は無限大となる。周波数の 2 倍調波成分に対し、制動容量 8 のインピーダンス  $Z_c$  は、 $14.1 \Omega$ 、合成インピーダンス  $Z_1$  は  $20.3 \Omega$ 、駆動周波数の 3 倍調波成分に対し、制動容量 8 のインピーダンス  $Z_c$  は、 $9.5 \Omega$ 、合成インピーダンス  $Z_1$  は  $11.5 \Omega$  となり、いずれも合成インピーダンス  $Z_1$  の方が制動容量 8 のインピーダンス  $Z_c$  よりも高い値となる。

【0039】

図 2 は、本発明による圧電アクチュエータの駆動回路の第 2 実施形態を示すブロック図である。圧電アクチュエータの構成は、第 1 実施形態と共通する。本実施形態にかかる駆動回路 1 b は、圧電素子 2 と並列に、誘導性素子 9 と容量性素子 10 とを直列に接続した直列回路とを接続した構成を有する。この容量性素子 10 は、矩形波の直流成分を遮断するものである。すなわち、端子 11 から 13 までの間において、いずれのルートを取ったとしても直流成分を遮断することができ、圧電素子 2 に流れる電流を小さくすることができる。

【0040】

図 2 に示す駆動回路 1 b において、制動容量 8 と誘導性素子 9 と容量性素子 1

0 とからなる回路の合成インピーダンス  $Z_2$  は以下の式 (3) のように表される。

【0041】

【数3】

$$Z_2 = \frac{1}{j\omega C_0} \cdot \frac{1 - \omega^2 LC_0}{\left(1 + \frac{C}{C_0}\right) - \omega^2 LC} \quad (3)$$

式 (3) において、 $\omega$  は角周波数、 $C$  は制動容量 8 の容量値、 $L$  は誘導性素子 9 のインダクタンス値、 $C_0$  は容量性素子 10 の容量値である。

【0042】

駆動電圧の駆動周波数  $f$  を反共振条件が成立するように設定すると、上記式 (3) より駆動周波数  $f$  における合成インピーダンス  $Z_2$  は無限大となり、圧電素子 2 に流れる過大電流を防止し、消費電力の削減効果を有する。

【0043】

また、直流成分 ( $\omega = 0$ ) に対しても式 (3) は無限大となり、駆動回路 1 b を流れる直流成分の過大電流はゼロとなる。したがって、消費電力の削減効果を有する。また、容量性素子 10 と誘導性素子 9 とは分圧の関係にないため、端子 14、15 間の圧電素子 2 に印加される電圧は、駆動回路 7 の出力 100 の電圧と等しくなり、圧電アクチュエータの性能を劣化させることがない。

【0044】

図 3 は、本発明の第 3 実施形態にかかる圧電素子を用いた圧電アクチュエータの概略構成を示す図である。圧電アクチュエータ 5 は、2 つの同じ特性を有する圧電素子 2 a、2 b をそれぞれの伸縮方向に接着固定して連結した圧電素子群 2 の伸縮方向一端がフレームの固定壁に固定され、他端に駆動部材 3 が固定されている。駆動部材 3 には、可動部材 4 が摩擦係合されており、可動部材 4 は駆動部材 3 に沿って移動することができる。

【0045】

それぞれの圧電素子 2 a、2 b は、マイクロコンピュータ回路 5 から発生したデジタル信号を波形成型回路 7 a、7 b によって、後述する所定の形状を有す



る正弦波波形に波形成型し、増幅回路 6 a, 6 b によって増幅したのち印加される。すなわち、2つの圧電素子 2 a, 2 b にそれぞれ印加される駆動信号は、正弦波形状であり、直流成分を有しない信号である。

#### 【0046】

それぞれの圧電素子 2 a, 2 b にそれぞれ印加される正弦波電圧は、一方の圧電素子 2 a に印加される正弦波電圧とすると、他方の圧電素子 2 b には当該正弦波電圧の 2 倍の周波数で 4 分の 1 の振幅の正弦波電圧が位相差が生じないように印加される。

#### 【0047】

図 4 に圧電素子 2 a, 2 b のそれぞれの変位と圧電素子群の経時変位を示す。圧電素子 2 a と圧電素子 2 b の変位は、印加される正弦波電圧に応じて、それぞれ図 4 に示す通りとなる。圧電素子群 2 は、2つの圧電素子 2 a, 2 b をその伸縮方向に連結した構成を有するため、圧電素子群 2 全体の変位は、これら 2つの圧電素子 2 a, 2 b の合成波形であり、図 4 に示すように鋸歯状波形となる。したがって、圧電素子群 2 に固定されている駆動部材 3 の変異は、伸びと縮みの速度の異なる鋸歯状となり、可動部材 4 の移動が可能となる。

#### 【0048】

このような駆動波形は、それぞれの圧電素子に印加される駆動信号は直流成分を含まない正弦波成分のみであるため、圧電素子に誘導素子を並列に接続することにより、消費電力を大幅に削減することができる。また、圧電素子に印加される電圧は減少することがなく、圧電アクチュエータ 5 自体の性能を劣化させることがない。

#### 【0049】

第 3 実施形態にかかる圧電アクチュエータの変形例について説明する。変形例にかかる圧電アクチュエータは、それぞれの圧電素子に印加される信号を等しく構成する一方、圧電素子群を構成するそれぞれの圧電素子の長さの比が異なる構成を有する。すなわち、圧電素子 2 a と圧電素子 2 b の長さの比を 4:1 とし、それぞれに同じ正弦波形状の駆動信号を印加させた場合における圧電素子群 2 の変位は、伸びと縮みの速度の異なる鋸歯状となる。よって、同様に直流成分を含

まない正弦波形状の駆動信号を用いるため、直流成分による消費電力の過大消費を防止することができる。

#### 【0050】

以上説明したように、上記各実施形態にかかる圧電アクチュエータによれば、駆動部材を鋸歯状に変位させることによって可動部材を動作させる圧電アクチュエータの駆動回路について、性能の劣化を招くことなく、消費電力を削減することができるという効果を奏する。

#### 【0051】

##### 【発明の効果】

本発明の第1態様によれば、矩形波のデューティー比の変化によって生じる直流成分を容量性素子によって遮断することができるため、圧電素子に過大な直流成分電流が流れることを防止することができ、直流成分電流による過大な電力消費を防止することができる。

#### 【0052】

本発明の第2態様によれば、矩形波のデューティー比の変化によって生じる直流成分を容量性素子によって遮断することができるため、直流成分電流による過大な電力消費を防止することができる。また、圧電素子に印加する電圧の降下がなく、アクチュエータの性能を劣化させることがない。

#### 【0053】

本発明の第3態様によれば、容量性素子の静電容量値を大きくすることにより、容量性素子にかかる電圧を小さくすることができ、この電圧と分圧の関係にある圧電素子の分圧を大きくすることができる。したがって、圧電素子に印加される電圧の降下の程度を少なくしてアクチュエータの性能の劣化を少なくすることができる。

#### 【0054】

本発明の第4態様によれば、圧電素子の制動容量と誘導性素子のインダクタンスが反共振するようにすれば、圧電素子と並列に接続された誘導性素子との並列回路の合成インピーダンスが無限大となり、並列回路に流れる交流成分の消費電力をより小さくすることができる。

## 【0055】

本発明の第5態様によれば、正弦波信号を用いて駆動部材に鋸歯状の変位を与えることができるため、矩形波信号を用いる必要がない。したがって、矩形波信号に伴う直流成分が過大に流れることによる消費電力の増加を防止することができる。

## 【0056】

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その他種々の態様で実施可能である。

## 【0057】

例えば、第3実施形態において、圧電素子群を構成する圧電素子は、2つに限定される必要はなく、3つ以上であってもよい。但し、圧電素子群を構成する圧電素子の数を多くすると、アクチュエータが大型化するため、2～10程度にしておくことが好ましい。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による圧電アクチュエータの駆動回路の第1実施形態を示すブロック図である。

【図2】 本発明による圧電アクチュエータの駆動回路の第2実施形態を示すブロック図である。

【図3】 本発明の第3実施形態にかかる圧電素子を用いた圧電アクチュエータの概略構成を示す図である。

【図4】 圧電素子群を構成するそれぞれの圧電素子変位と圧電素子群の経時変位を示す。

【図5】 圧電素子を固定したタイプの圧電アクチュエータの構成例を示す図である。

【図6】 従来のアクチュエータ駆動回路の回路図である。

【図7】 矩形波信号を発生させるための駆動回路の回路図である。

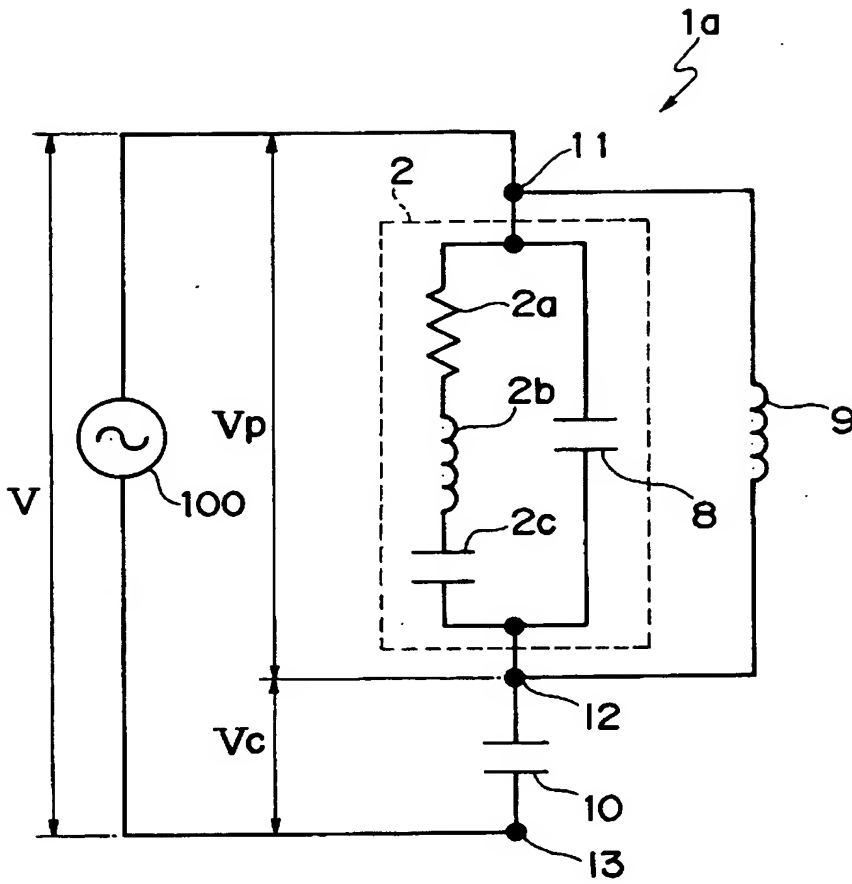
【図8】 デューティー比が50%の場合における動作タイミングチャートである。

## 【符号の説明】

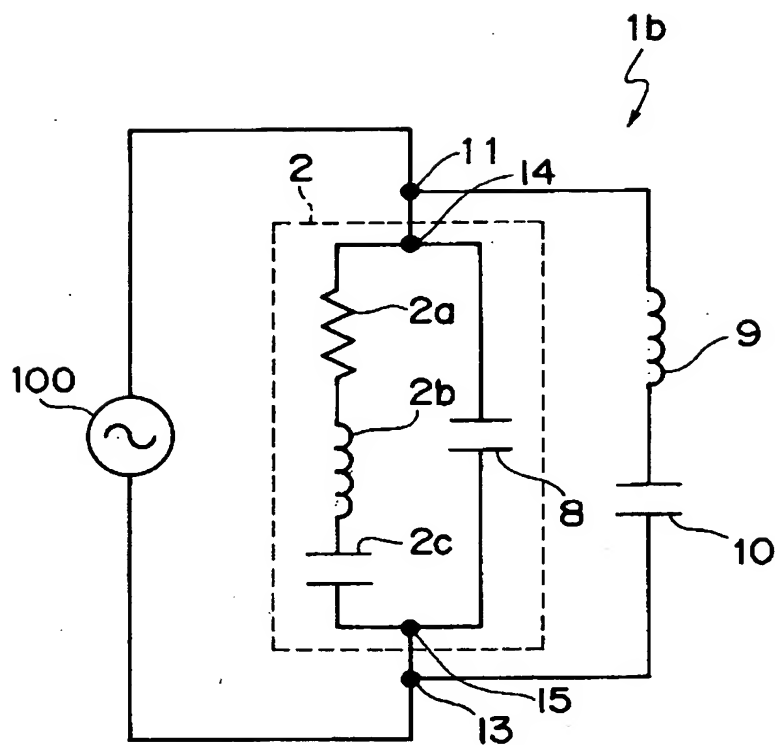
- 1 a, 1 b, 1 c アクチュエータの駆動回路
- 2 圧電素子
- 3 駆動部材
- 4 可動部材
- 5 圧電アクチュエータ
- 8 制動容量
- 9 誘導性素子
- 1 0 容量性素子

【書類名】 図面

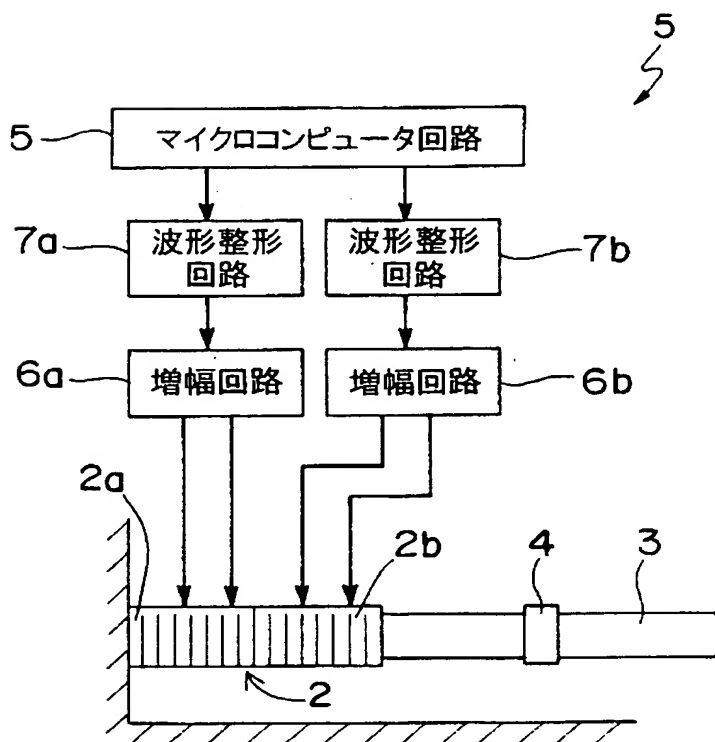
【図 1】



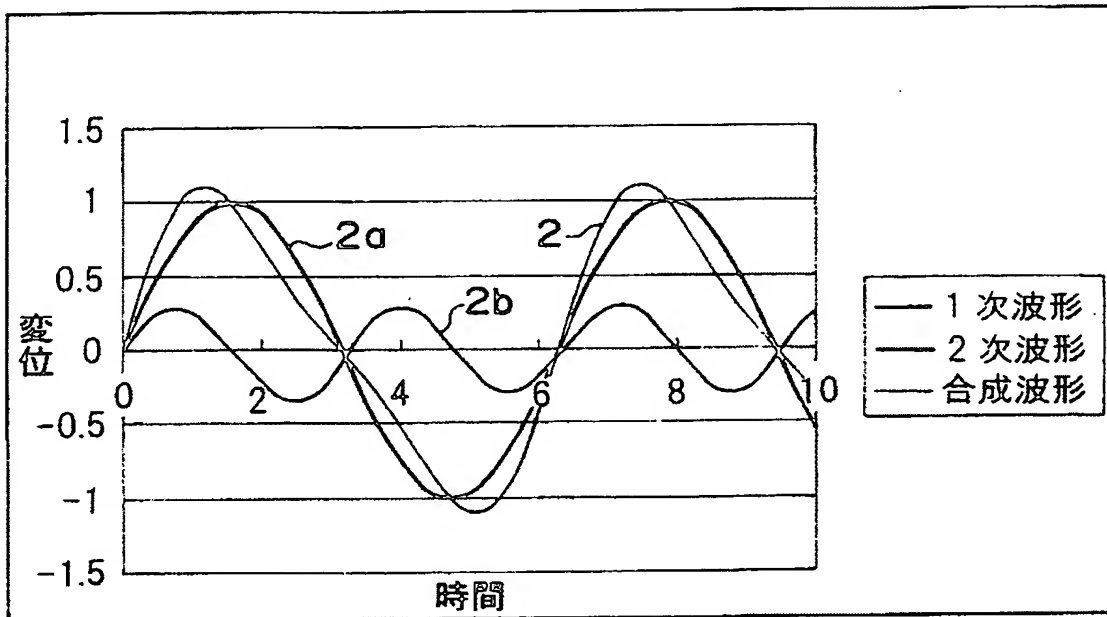
【図 2】



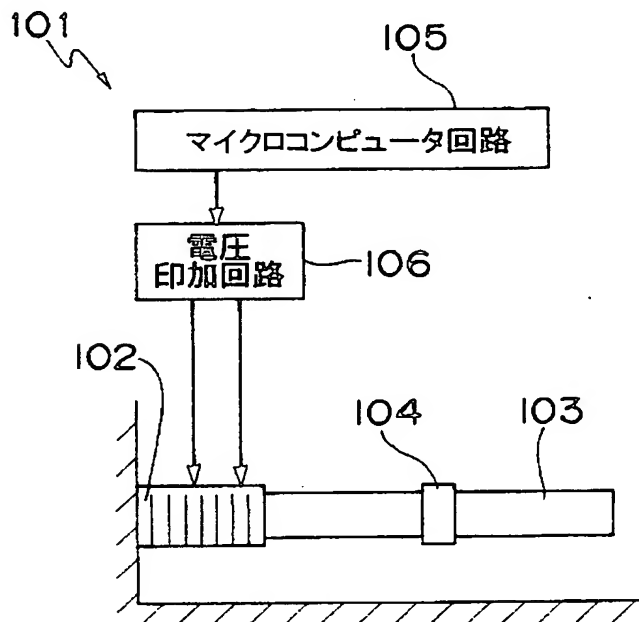
【図 3】



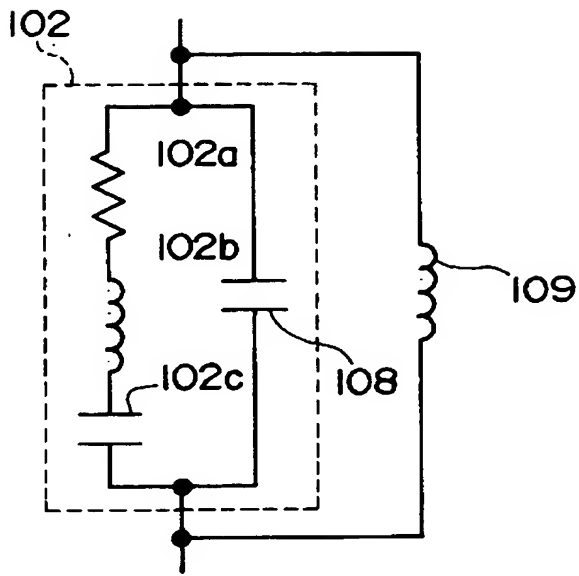
【図 4】



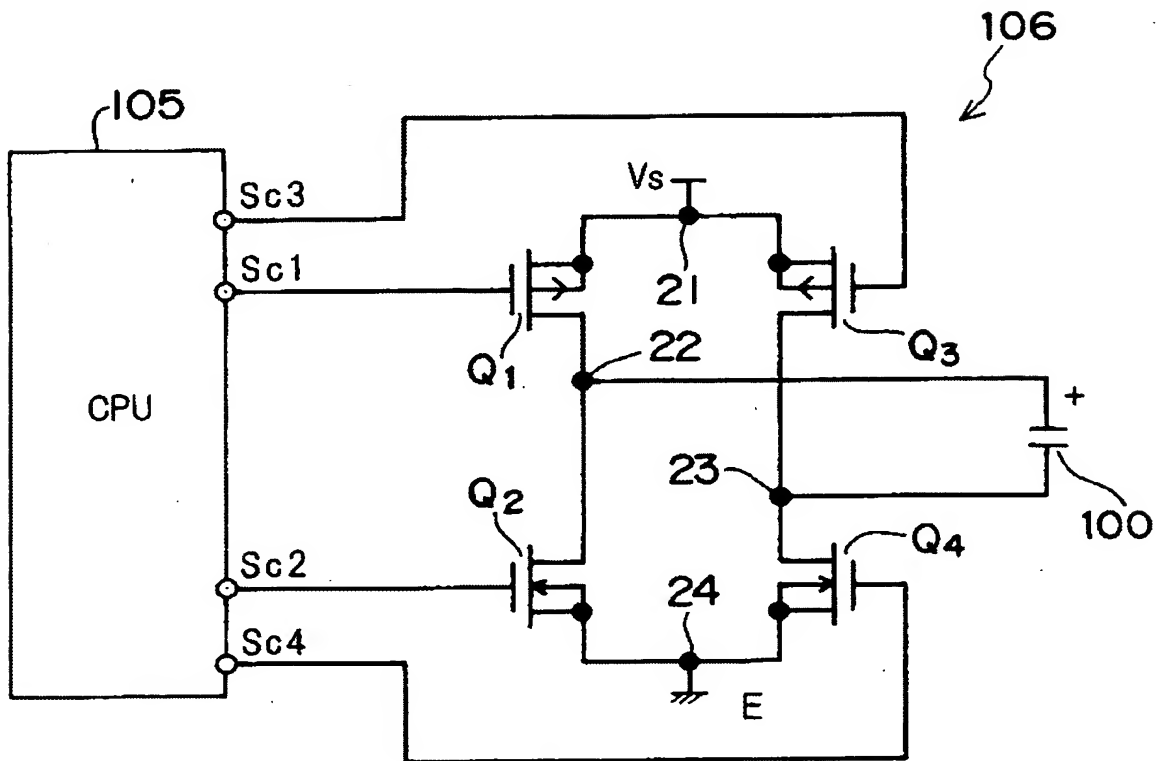
【図 5】



【図 6】

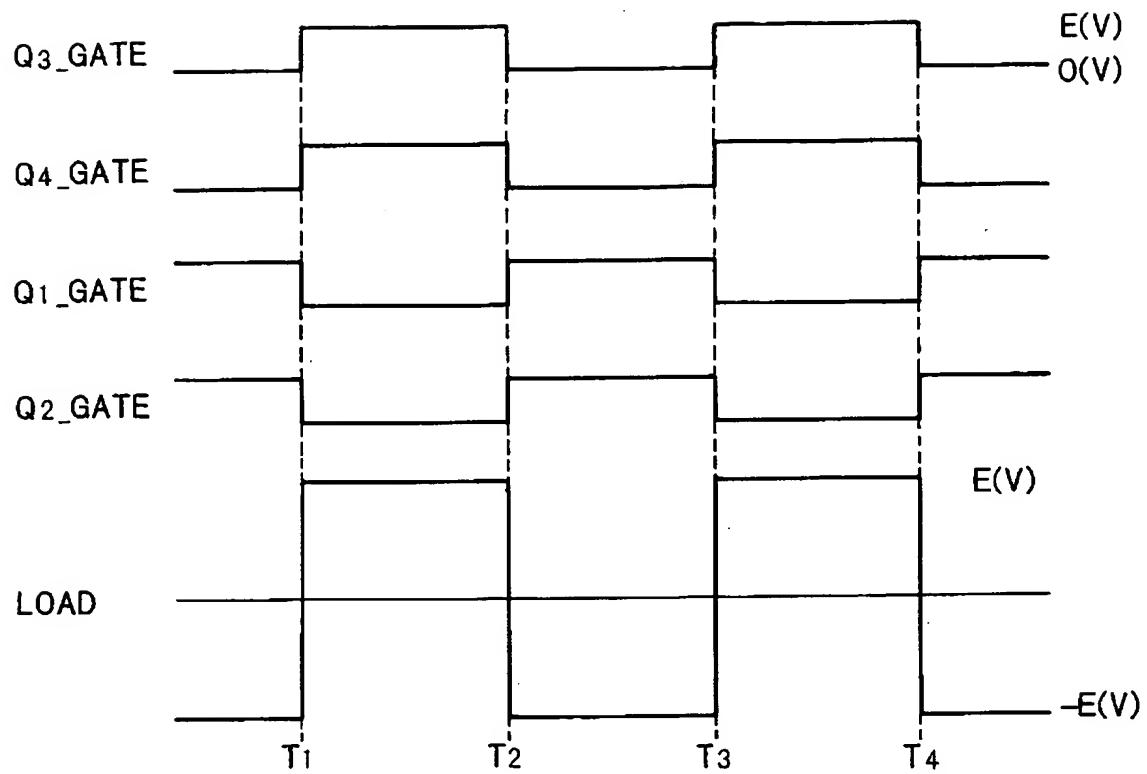


【図 7】





【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 駆動部材を鋸歯状に変位させて可動部材を移動させる圧電素子を用いたアクチュエータにおいて、消費電力を低減しつつ、所定の性能を得ることができるアクチュエータの駆動回路を提供する。

【解決手段】 駆動信号を印加することにより伸縮する圧電素子 2 に矩形波信号を印加することにより、駆動部材 3 に伸びと縮みの速度の異なる伸縮変位を発生させることで、駆動部材 3 と可動部材 4 とを相対移動させるアクチュエータに用いられる駆動回路 1 a, 1 b であって、圧電素子 2 と並列に誘導性素子 9 を接続した並列回路と直列に容量性素子 1 0 を接続した。

【選択図】 図 1

特願 2003-166366

出願人履歴情報

識別番号

[000006079]

1. 変更年月日  
[変更理由]

住 所  
氏 名

1990年 8月27日

新規登録

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル  
ミノルタカメラ株式会社

2. 変更年月日  
[変更理由]

住 所  
氏 名

1994年 7月20日

名称変更

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル  
ミノルタ株式会社